بسم الله الرحمن الرحيم

8th. Oct. 2012

• Fault Tolerant System

تقبل واحتمال الأعطاب

في النظام متسامح
• **Fault Tolerance**
is the attribute that enables asystem to acheive Fault Tolerance operation

يقدم سيرفيقه بشكل جيد من نوعي أعطال

• **Fault Tolerant System**
is one that can continue the correct performance of its specifies task in the presence of H/w or S/w faults.

• **Fault Tolerant Computing** = "It's Process"
is used used to describe the process of performing calculation.

طرق تستخدم في عمليات التحسيب

②

عُطب
- Fault : physical univerese
  in circuit [H/w, S/w] صيانتها م

خطأ
- Error : Information Univerese
  فى المعلومة نفسها

فشل
- Failure : external univerese
  من العالم الخارجى "مجرد تحسه فى العالم الخارجى"
  User can notic it "seen" ^^

عشان المراحل دى تحصل وتعرف بترتيب

* Fault latency (Fault → error)
الفترة الزمنية من حدوث ال fault ل حدوث ال error

* Error latency (error → failure)
" " " " Error ال " " Failure ال

C-note
* Fault in Software → Specification mistakes
  → Incorrect algorithm or architucture.

Faults.

- مكونات Compont — Componend deffect
  - Component wear out (تلف)
  - Random device deffect (عيب عشوائي "ما يقدر احدد")
  - manufactring imperfection (من مرحلة التصنيع)
- implementation mistakes (بيزيد load عالي + قيم غير دقيقة)
  - Software coding mistakes
  - Poor construction
  - Poor componed selection (اختيار سيء للعنصر)
  - Poor design.
- external distrbance (عوامل خارجية)
  - Radiation
  - EM interferance (electromegnatic) (تداخلات)
  - battle damage (حربية)
  - operator mistake
  - enviromantal extrems.

عشان أوصف العطل

Fault attributes :

- (1) Value
  - متحركه — intermirate statuse at T is diffent from (T+1) — Fault في كل فيه ميزه
  - محدد — determinate of statuse remain unchange
- nature of Fault
  - H/w
    - analog
    - Digital circuitry ADC-DAC
  - S/w
- (2) duration
  - Permenat Fault — هيفضل دائم
  - intermittent Fault — هتطلع بشكل دوري — بيحصل لفترة محدده وبيختفي وبيظهر تاني بصورة دورية
  - Transient fault — خاص
- (3) extent — مدى تأثير العطل
  - local — محلي — to limited H/w في مكان محدد
  - global — البعيد من الدائرة

8

Fault Primary Techiques.

Fault avoidance

- Testing
- مراجعة Design Review
- من ملعبنا ال ع Component Screening
- Quality Control methods

Fault masking

اكبر من تأثير نفس من مايدة الخطأ عشان مايخليه سمع

Fault tolerance.

بعد النظام دا تقوم تكتشف الخطأ وكدا ويكون عند مكان تاني بعمل عليه

- To detect and located The failure

C-Note "redudancy"

اعاده توصيل نفس أي اليايظ جواهد جديد

- Reconfiguration.
  - Fault detection كشف الخطأ
  - Fault location محله وين
  - Fault Containment الاحتفاظ ليه
  - Fault recovery استبدال

10th. Oct -2012

بسم الله الرحمن الرحيم

Fault tolerant System

مفاهيم هي الهون مهمة جداً وكده

Objective of fault tolerance :-

① Dependability QoS : Quality of Service.

② Reliability R(t) R(t) conditional Propapility احتماليه مشروطه

(t_0, t_1) تعني قدر تقوم بالمهمه حققها في زمن محدد

intral , Refrence اللحظه التانيه test بيعمل من $t_0 \rightarrow t_1$

③ Availability A(t) اتاحيه

مشتركه في الاستجابة

④ Safty S(t) درجة امان عالية ما تخلي النظام يعمل بشكل جيد

وما تحصل فيه اي مشكله

⑤ Performability P(L, t) level احتماليه الادائيه

احتمال ان النظام يعمل كويس في زمن معين t level معين

مقارنه معا وفي نفس الزمن

post ponement

(7) Maintianability M(t) وصف معيار

احتمالية ان النظام قادر يشتغل تمام بعد حدوث مشكله في فترة زمنيه محددة (t الفتره يتجاوز فيها النظام الفتره المحددة)

M(t) Maintainable

(8) Testability

زي ان ال Satellite اليه و من وقت لوقت (من الأرض ما الحل كد ... الي الضبط)

Application Of fault tolerant Computing

1) Long life App.
- → unmaned — space flight (طائرة بدون طيار)
- → Sat allite — 10 years — 0.95 → 0.999999 (5 بعد 5)

2) Critical Computation App.
- military systems.
- Industrial Controllers

reliability 0.97 ... 0.99999999

crey short

3) Maintenance Post Ponement App.

Post Ponement

4) High availability APP. (ATM) out of Server

بسم الله الرحمن الرحيم

17th - oct - 2012

Fault tolerant System.

Redundancy :- (زيادة)

1. hardware Redundancy. H/W
2. Software Redundancy. S/W
3. time Redundancy - ما للـ critical عندو سماحيه تأخير (the)
عشان نعالج فيه المشكله لو أجهزه و مشكله نقدم لوقت الزمن نقدم تصلح

4. Information Redundancy.
(error detection & correction) معلومات ما فائده لغرض معين لتصحيح الاخطاء

• HardWARE REDUNDANCY :-

Physical replication (إعادة)

1. Passive technique (masking)
   It make Fault-masking.
   no action require error حيث بس عشان ما فيش
   fuze

Active

2- Action approach :-

action require — لازم يحدث حدث

باتخاذ action أولاً نعمل detection لل fault وتحاول تزيلو نعني من قرار تحيد

- Detecting faults
- Action to remove faulty H/W

هنا نعمل نفصل الجزء العاطل ع التانية

- Reconfiguration

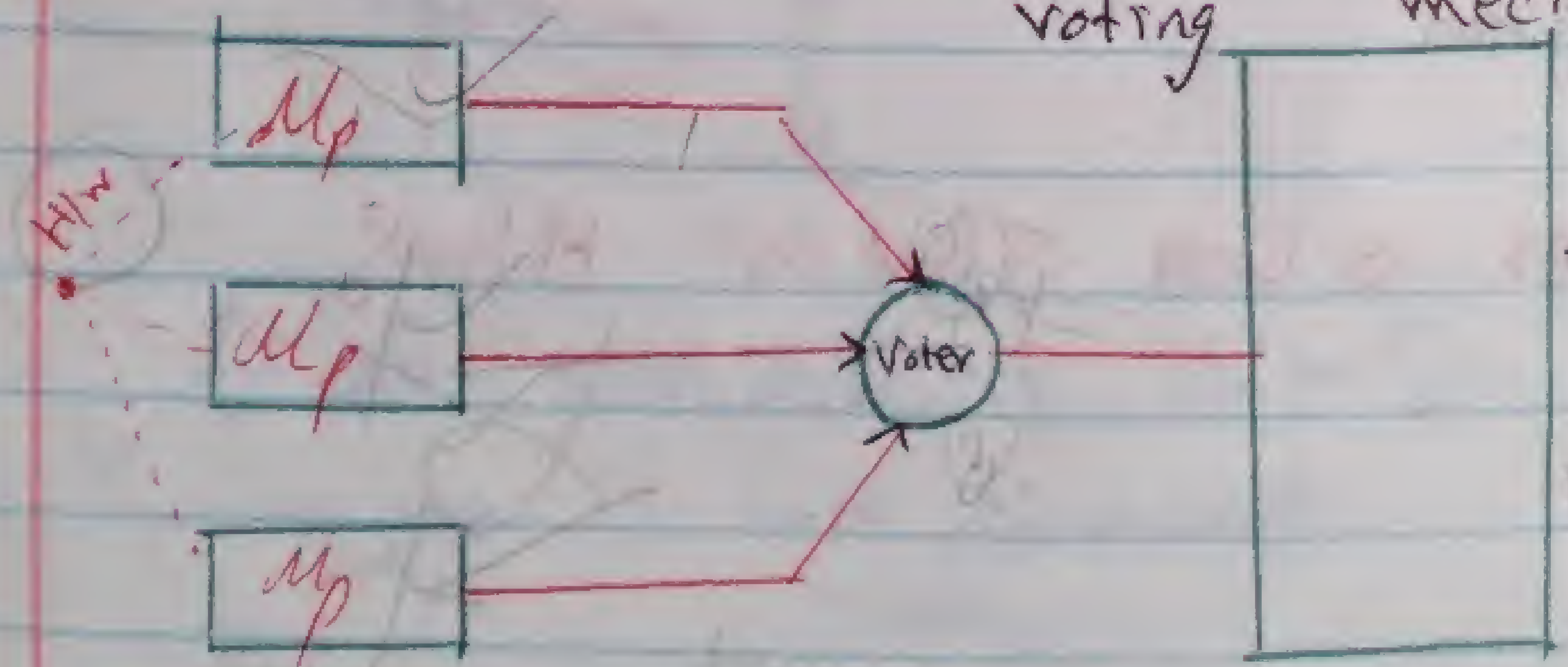
3- HYbrid approach — جزئية الدمج

Compaintion between ① and ②

- Detect fault
- remove faulty H/W
- replacing H/W

Passive Techniques "approach"

voting mechanism



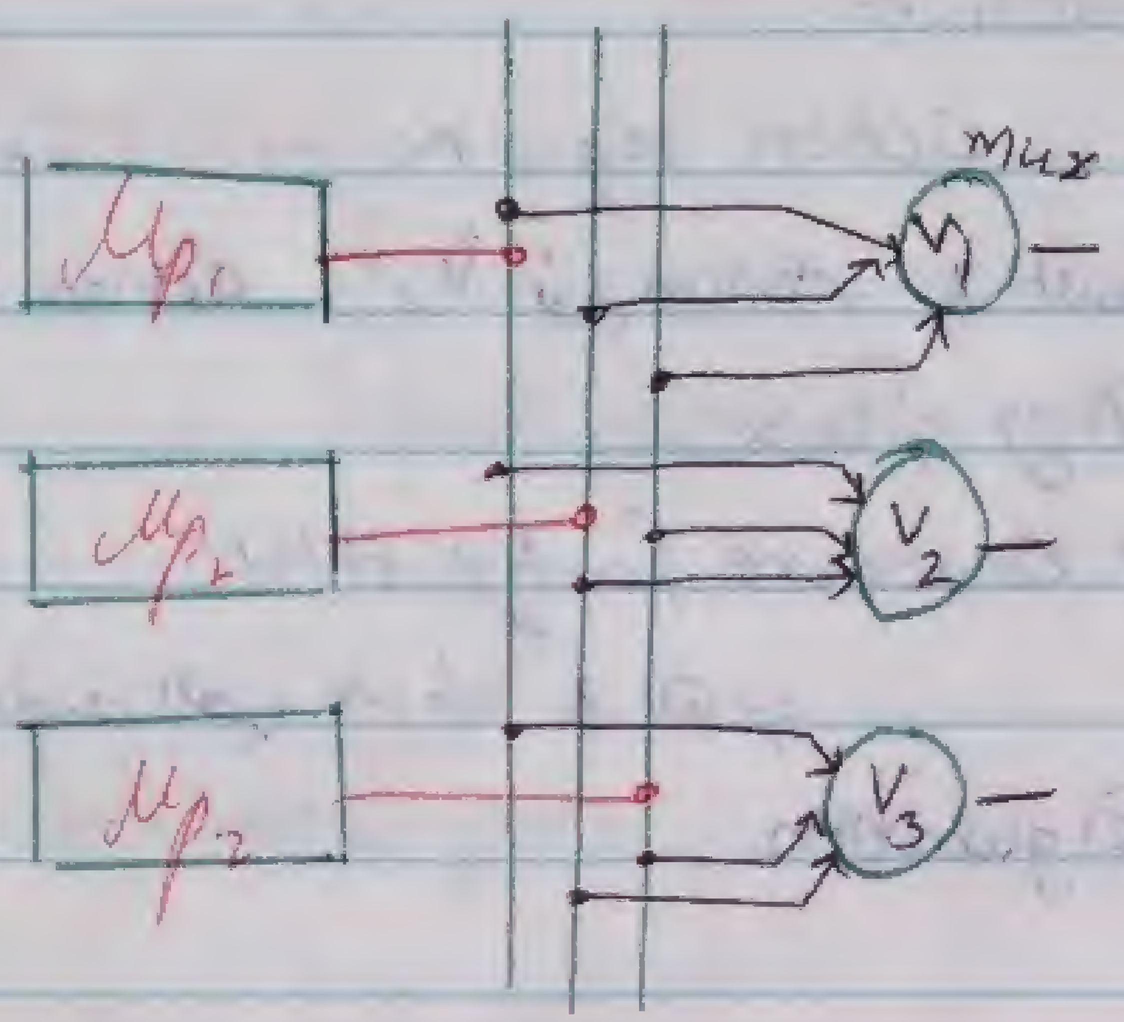
TMR

Triple
Module →
Redundancy.

في اي هي مناسبة لحظة 3 حاجات صالحة

vote = one point of failure.

إضافة: في voter



لدينا output مانعة.
تعطي معنا 2 مشكلة H/W

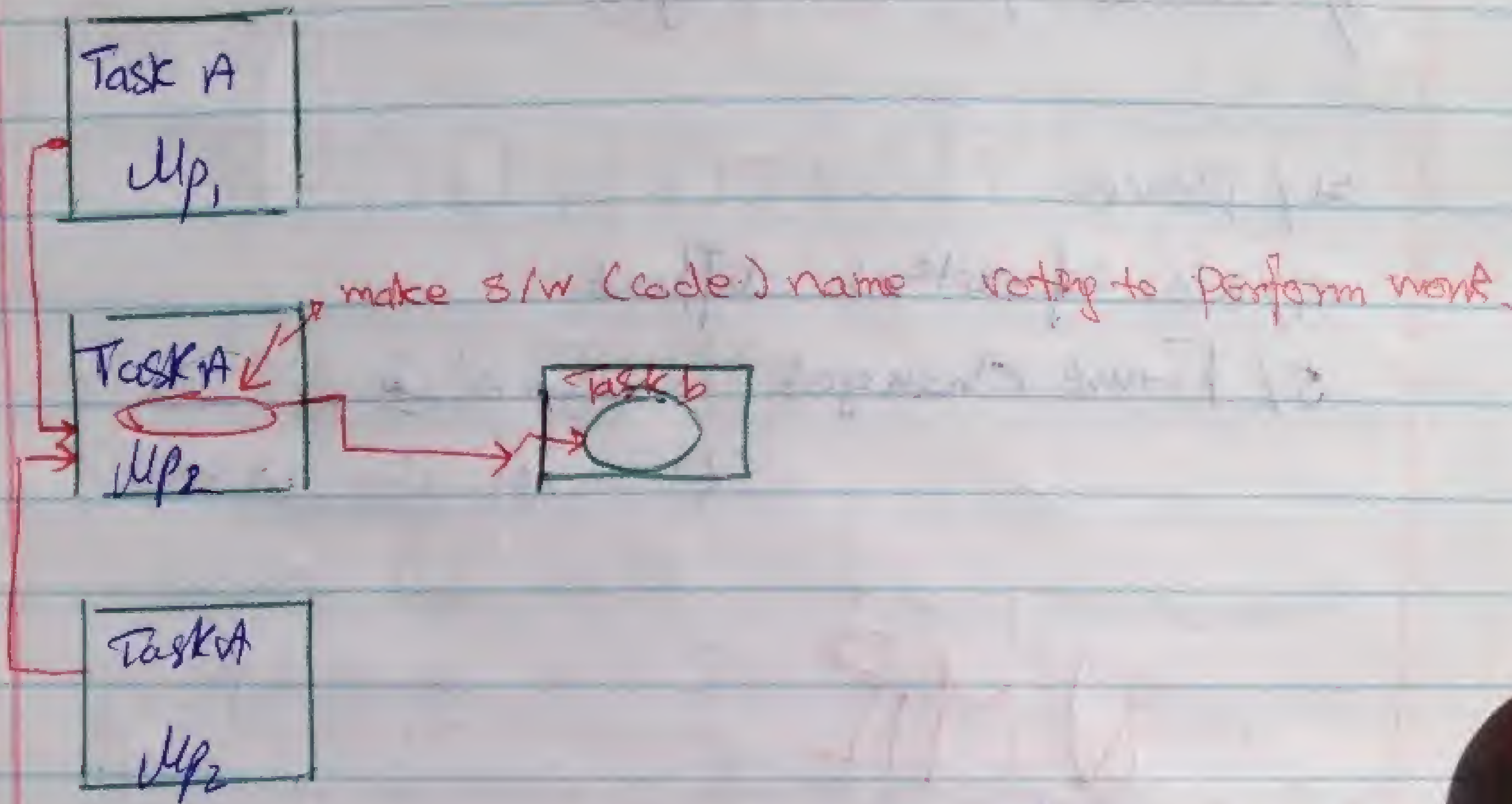
Notes:-

design limitation:-

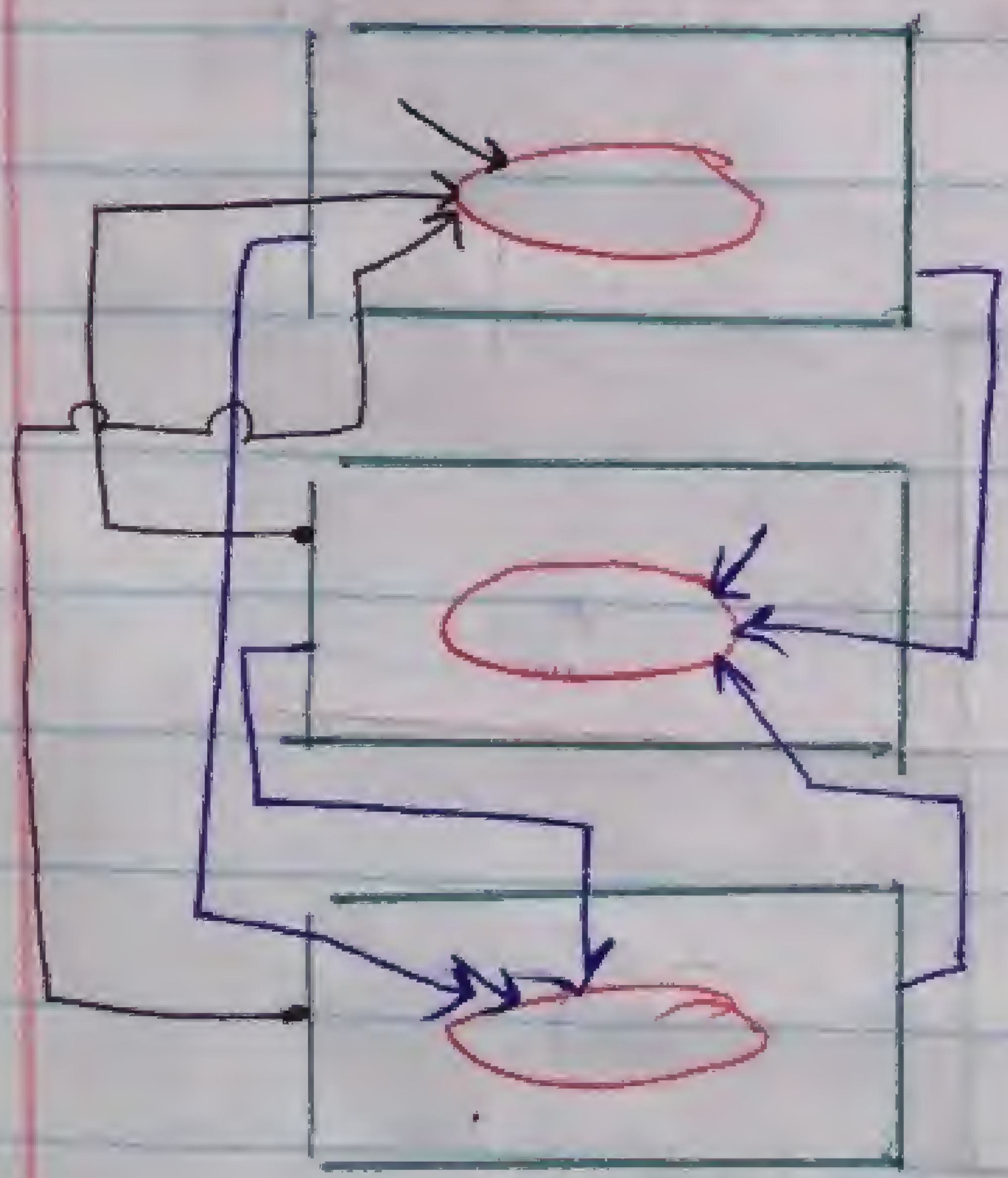
- Size
- weigh
- Power Consumption
- Cost

voting may be Software to solve proplemes desig limitation

Which is best S/W or H/W?



ق ممكن نخد مثال نعم تشغيل 3 voter



Is the voter H/W or S/W ?-

1/ up   voter فايدتي انه تقوم بـ
- voter

2/ Speed.

3/ Critical ; Space , weight .

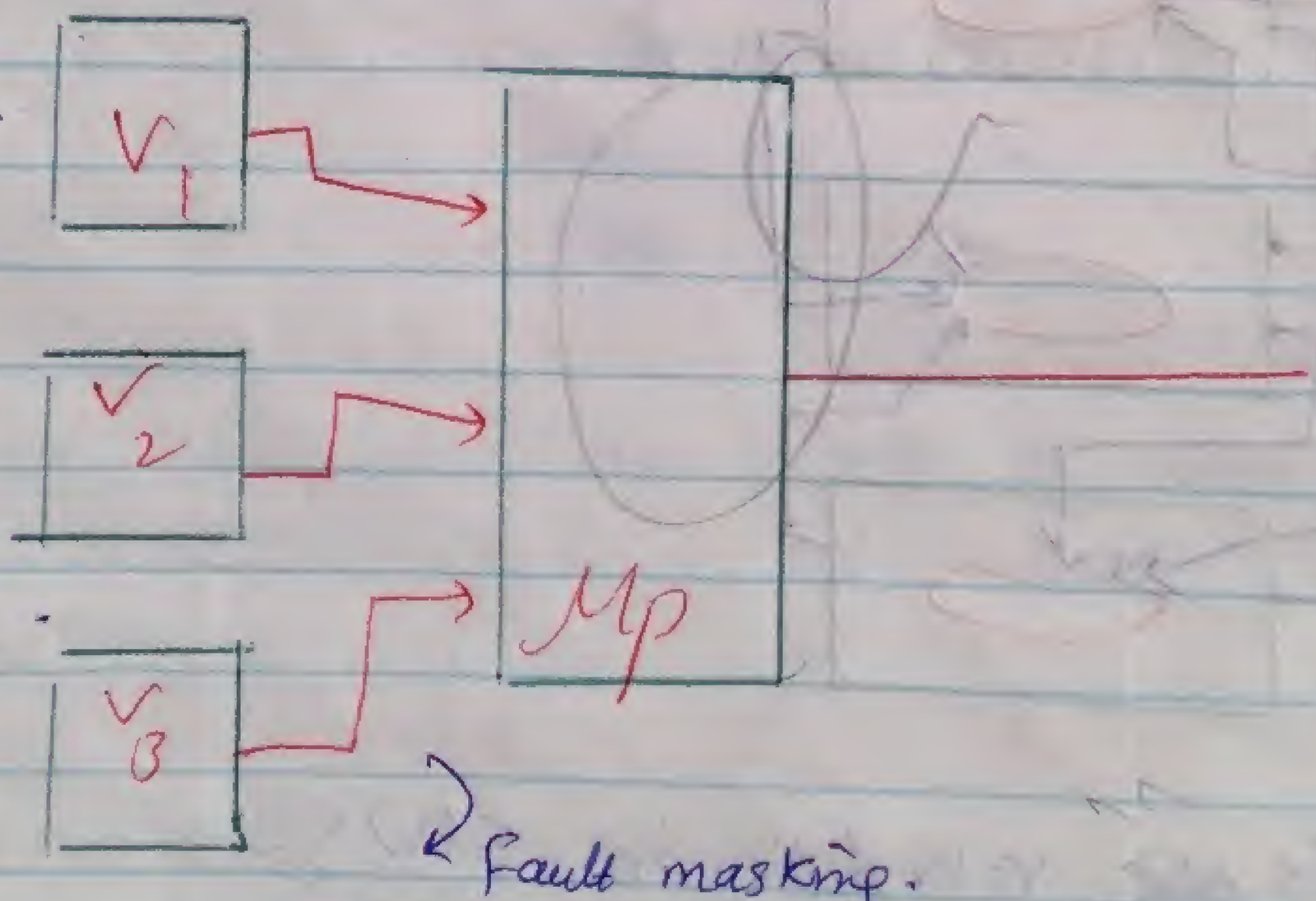
4/ Power

5/ No. of voters different

5/ Future changes

NMR

Number Module Redundancy.



14th Nov. 2012 بسم الله الرحمن الرحيم

REDUNDANCY

proplems in TMR :-

1/ single point of Failure

كده عندنا ال voter لو باظ واحد بالنفس يحصل failure

2/ Componet not accurotly

من الممكن يكون مانفس الشيء لكن قيم قريبه من بعضها دقة (ال Compont)

3/ ADC in → [ ] → out

اي اختلافات في I/P بيترتب عليها اختلاف في O/P الحاسب أقل

تغيير في I/P ا O/P بيتغير Sensitevity / Least Significant Bit LSB

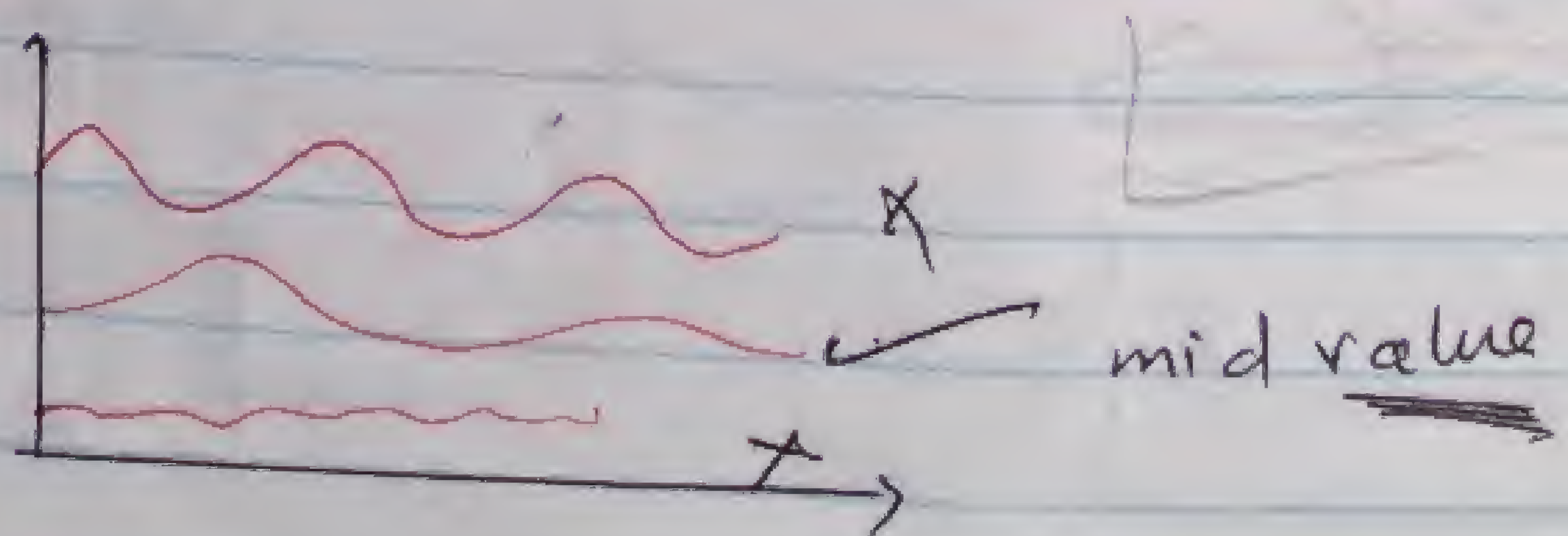
0110010 (LSB)

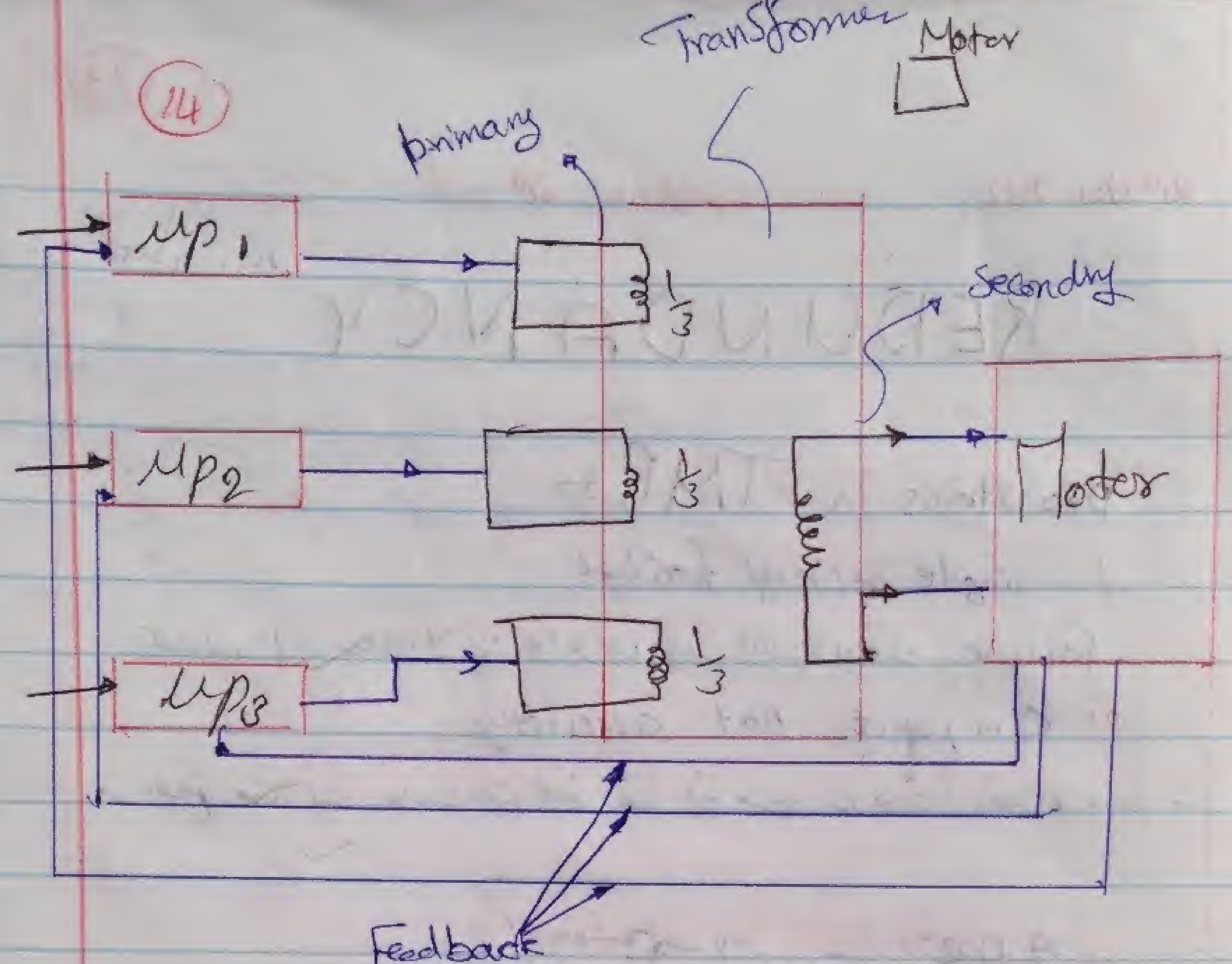
التغيير يكون في LSB يعملو ليها (ignor)

to Solve proplem we make : :)

MID-VALUE SELECT :-

that mean's if we have 3 value for voter we will take the mid one " between two values "





لو يا ا داه مضا ها low-cost

Closed loop Control passive H/W

- Flux-Summing

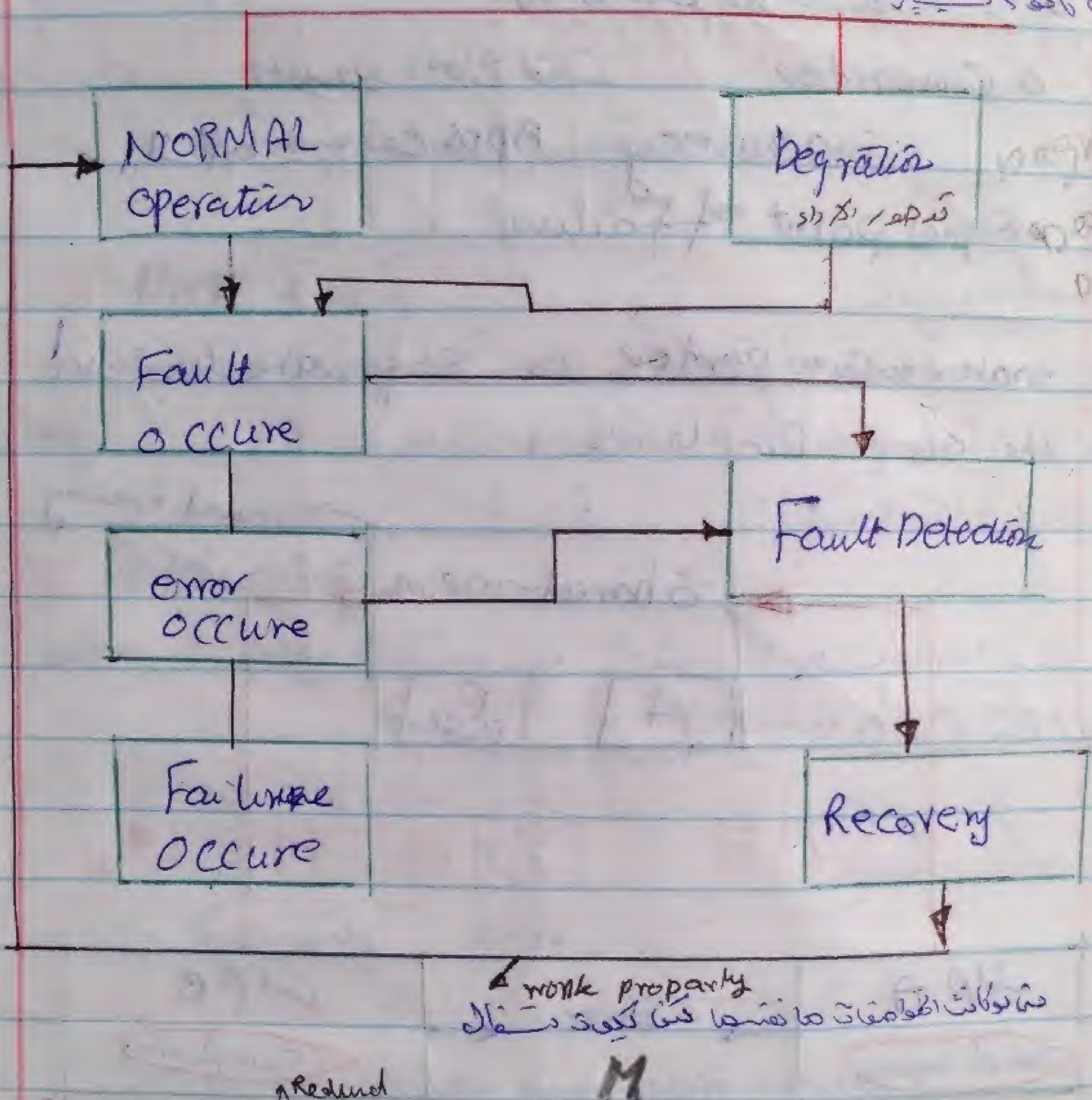
يحوله دون داتشار العطيه ، يعني مثلاً لو حصل في o/p تيار عالي وحصل
عطل في الـ Mp1 نحوله التيار ونوزع ع mp2-3 ، و up1 يعمله stop
و 2-3 يوفرو المطلوب

Passive feedback for the motor

Flux summing

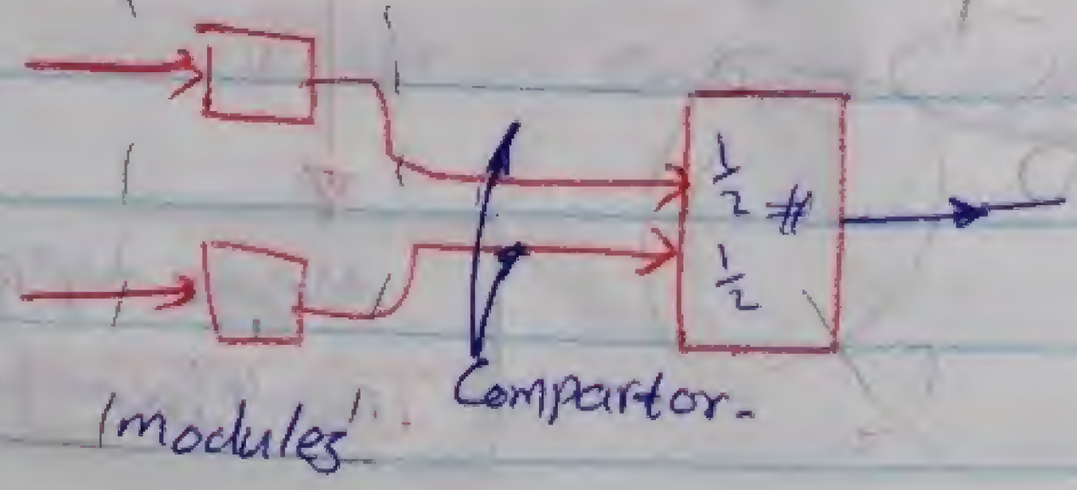
ACTIVE H/W REDUNDANCY

Detecting, location - Recovery



DUPLICATION WITH COMPARISON

Redund

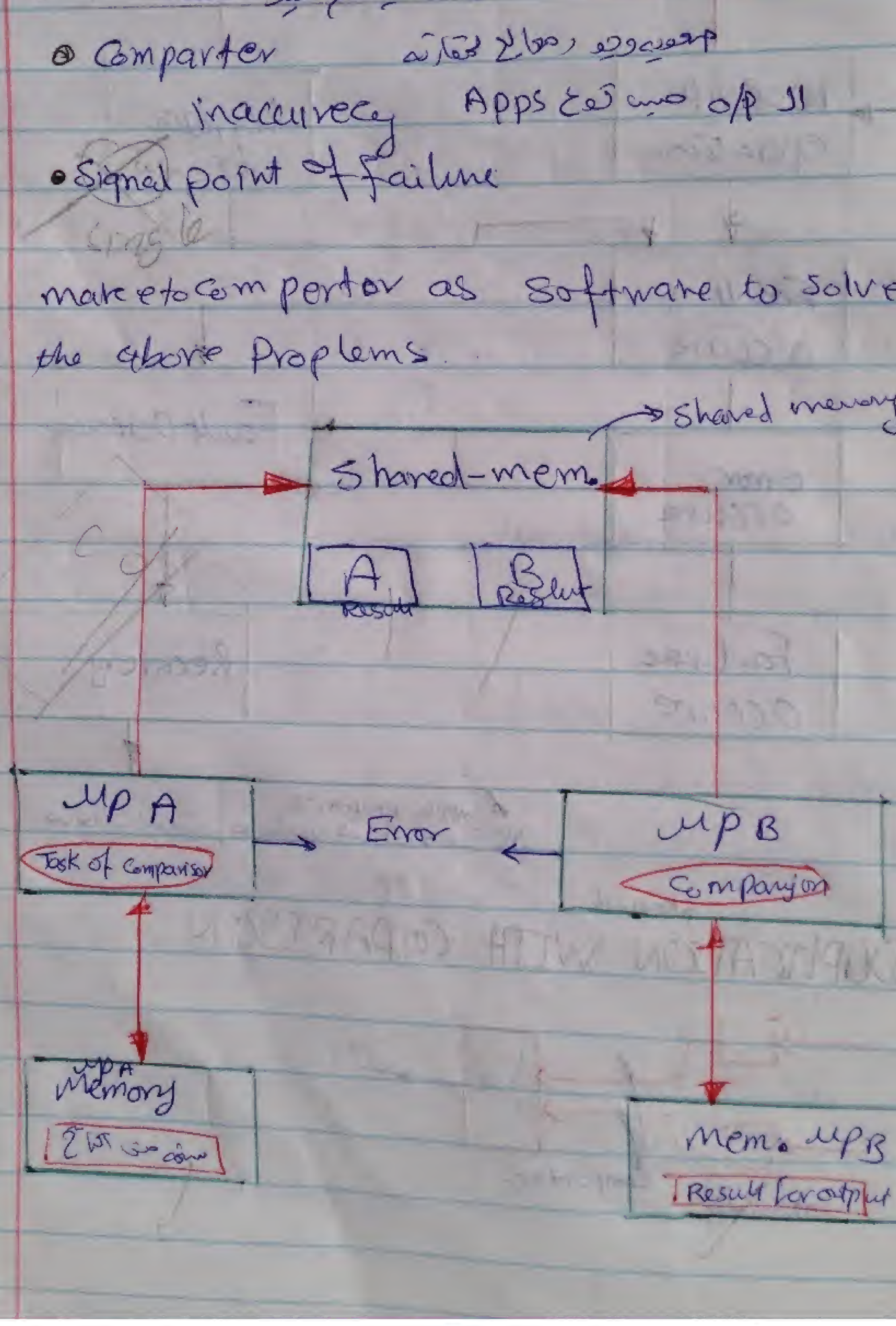


(16)

The proplem is -

- Error from input
- Comparter inaccurecy
- Signal point of failure

make to comparter as Software to solve the above Proplems.



spairs

S/W implemetation of duplication with compartor

نعمل مشكلة في ال shared-mem- خطا في الشي اللي تكون في ال Mpmemory

استخدم

STAND-BY SPARING TECHNIQES

Recovery when proplem occures.

① HOT sparing

more power Consumption بيحصل مشكلة / Critical App. لا يكون هنا، نعمل حاجة

ما كان تتحاشى ال delay في ال cold ، يحصل تحويل طويل بدون delay

ونتحكم في التحويل منه أنا

② Cold sparing

يكون قاعد ما شغال " ما معمل " يتحصل مشكلة في delay " latency "

ودا بأثر على أداء ال system

∴ HYBIRD H/W

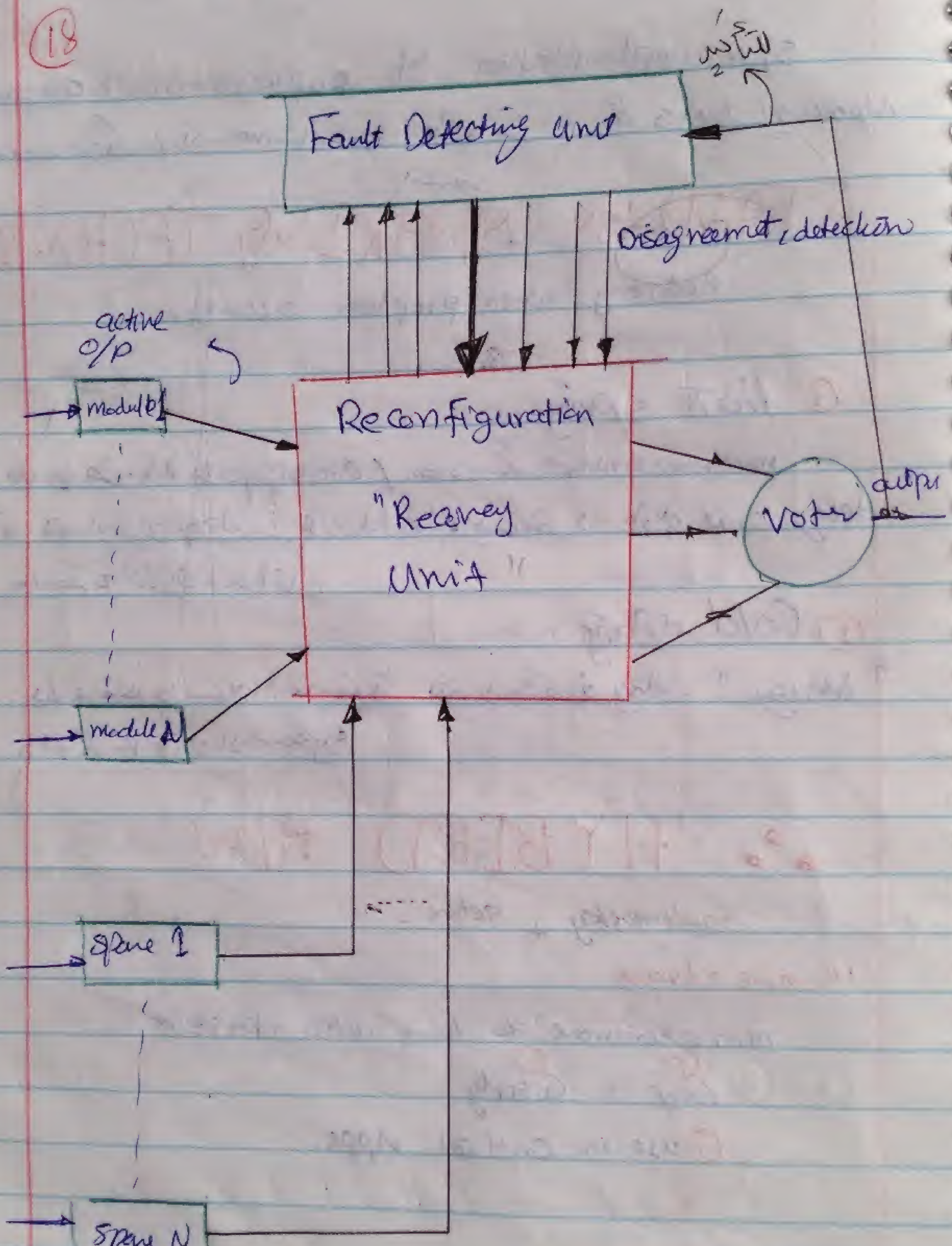
faultmasking + active.

It's more advance

more hardware to have active + passive

① Larg + ② Costrly

③ use in Critical Apps.


Fault Detecting unit
Disagreemet, detection
active o/p
module 1
module N
Reconfiguration
"Recovey Unit"
Voter
outpu
spare 1
spare N

بسم الله الرحمن الرحيم

21th. Nov-2012

Fault Tolerant System

• [redacted] INFORMATION REDUNDANCY

يعني inf عن نتايه من الـ Comp.

1- Single bit Parity

2.1.1. Bit Per word

• even Parity

0110 [0] — مكمل عدد الوحايد

قبل تحفظ تعمل Parity ← 0110 ; [0] ← ما اوحيد

• odd Parity

العكس

even 0110 [0] → changing "متراقة"

even fault في X 0111 [1]

في مشكلة النوع دا لو الخطأ في أكثر من تاتة ما هيبان

20

دائماً فيه دي طريقة بسيطة ولا يمكن اكتشاف الخطأ من الكرعيه غشه ممكن
يحصل مشكلة في ال Comp.

غير قادر على اكتشاف 0000 [0]] even
قادر ← 1111 [1]

How

00000
✓ 1111 [1]] odd

2.1.2 Bit Per byte(not 8 bit) :

يقدر تكشف ال 000 - 1111 / يقدر تكتشف الخطأ في الجزء الاول (1)

even odd

1011 [1] 1000 [0]

بعد استخدام على الذاكرة

0011 [0] 1010 [1]

fault X X

في حالة ال even ممكن تكتشف الخطأ ال All's

even odd

0000 [0] 0000 [0] → (1)

fault ✓ X

even

1111 [1] 1111 [1]

fault X

all code is wrong

21

9.1.3 Bit Per Multiple chip

0 ← 15 أقسم ال4 وأحطها في chips

chip 1	3 2 1 0
2	7 6 5 4
3	11 10 9 8
4	15 14 13 12
chip 0	P_3 P_2 P_1 P_0

نعمل parity في آخر chip

15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
1101 1001 1110 1010

chip 1	1010
chip 2	1110
chip 3	1001
chip 4	1101
chip 0	0000
	P_3 P_2 P_1 P_0

Merge Data نعمل استرجاع للـ

1011
1110
1001 (1)
1101

0001

Fault X

(22)

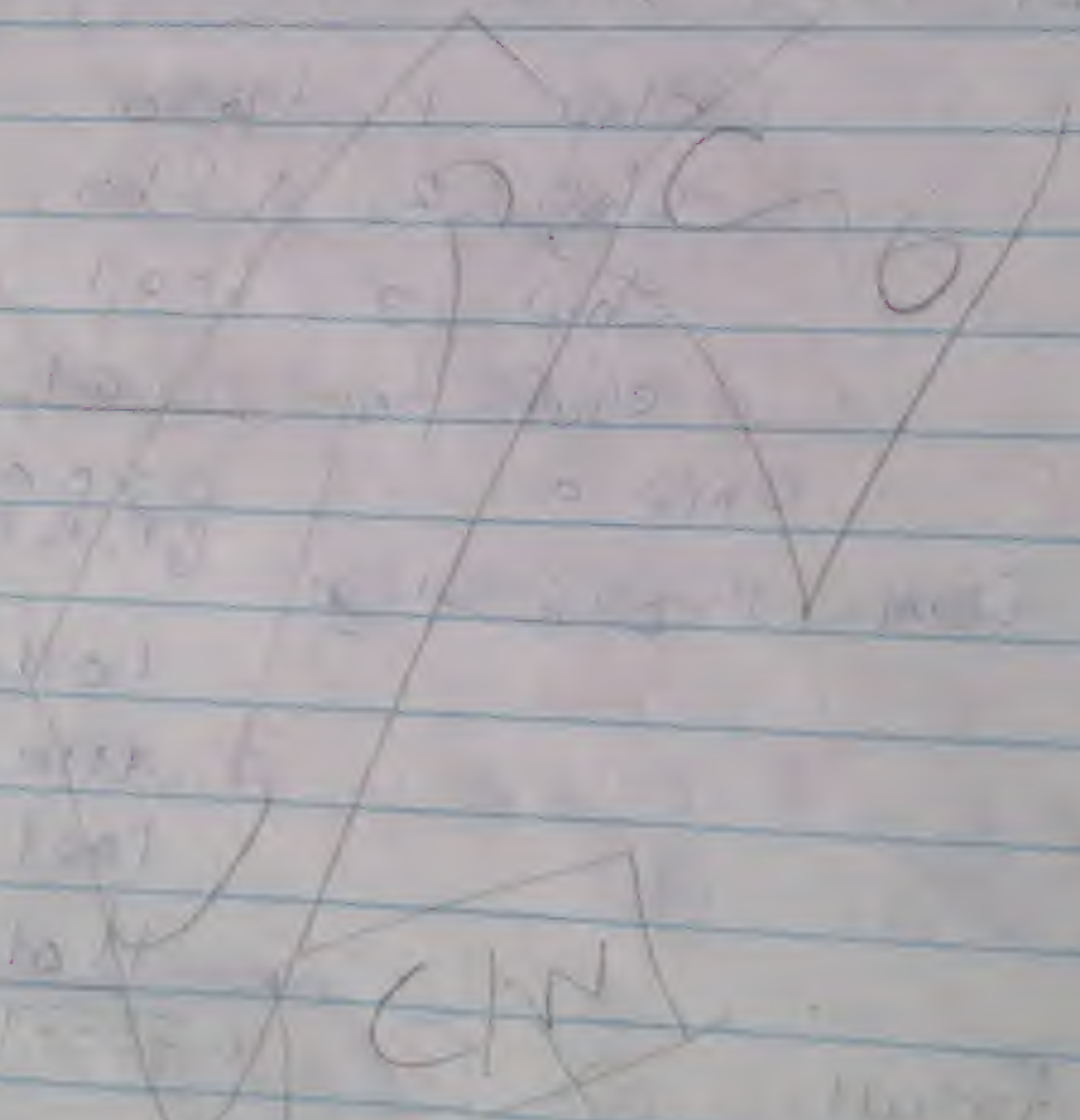
2.1.4 Bit Per Chip Parity

أحسن بدل كل chip

chip1	3 2 1 0	P_0
chip2	7 6 5 4	P_1
chip3	11 10 9 8	P_2
chip4	15 14 13 12	P_3

→ chip 0

P_0 for chip(1)



بسم الله الرحمن الرحيم

0 Nov. 2012

Fault Tolerent

Information Redundancy.

Hamming Codes

word = n 8 خانة

redundancy = k

$2^k - 1 \geq n + k$

n = 8

$2^k - 1 - k \geq n$

$16 - 1 - 4 \geq 8$

k = 4

P_0, P_1, P_2, P_3 يتم تخصيص الخانات

2^3 2^2 2^1 2^0

3 2 1 0

8 4 2

12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

words

w_7 ... w_1 w_0

w_7 w_6 w_5 w_4 P_3 w_3 w_2 w_1 P_2 w_0 P_1 P_0

Parity + word

n + k

$2^k - 1 \geq n + k$

$n+k = 8+4 = 12$

$P_{1-6} =$ XOR [3, 5, 7, 9, 11]

index and make or

$P_2 =$ XOR [3, 6, 7, 10, 11]

$P_3 =$ XOR [5, 6, 7, 12]

$P_4 =$ XOR [9, 10, 11, 12]

check

0 1 0 1 = 5 Fault
c_4 c_3 c_2 c_1

9 = 1001
1010

Check

c_1 = XOR [1, 3, 5, 7, 9, 11]

c_2 = XOR [2, 3, 6, 7, 10, 11]

c_3 = XOR [4, 5, 6, 7, 12]

c_4 = XOR [8, 9, 10, 11, 12]

Example

7 6 5 4 3 2 1 0
1 1 0 0 0 1 0 0

1	1	0	0	P_4	0	1	0	P_3	0	P_2	P_1
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

$P_1 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$

$P_2 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0$

$P_3 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$

$P_4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$

Parit Code

1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1
12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

if we estimate that we got is as =

$C_1 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$, 0 0 0 0 0 1 = 0

$C_2 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$ 1 0 0 0 1 = 0

$C_3 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$ 1 0 1 0 1 = 1

$C_4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$ 0 0 0 1 1 = 0

$C_4 C_3 C_2 C_1$

0 0 0 1] Fault + X

it must be

Fault

0000 → no ~~error~~ correct code

if there is error

if we got it as 1 1 0 1 0 0 1 0 0 1

$C_1 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$ error

$C_2 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0$ ^^

$C_3 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1$

$C_4 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0$

$C_4 C_3 C_2 C_1$

0 1 0 1 error in 5

Seminar

- check sum — CRC
- Time redundancy / software Redundancy

بسم الله الرحمن الرحيم

Dec 2012

Fault tolerant System

Dependability evaluation Techniques

- Definition
- Failure rate
- Reliability
  - N, No(t), Nf(t)

$$R(t) = \frac{No(t)}{N}$$

$$= \frac{No(t)}{No(t) + Nf(t)} \quad \text{معدل النجاح} \quad \text{---(1)}$$

Unreliability

$$Q(t) = \frac{Nf(t)}{N} = \frac{Nf(t)}{No(t) + Nf(t)} \quad \text{---(2)}$$

$$R(t) = 1 - Q(t)$$

$$= \frac{N - Nf(t)}{N}$$

$$\frac{dR(t)}{dt} = -\frac{1}{N} \frac{dNf(t)}{dt} \quad \text{---(3)}$$

$$\frac{dN_f(t)}{dt} = -(N) \cdot \frac{dR(t)}{dt} \quad -④$$

Failure rate Function

$$\frac{dN_f(t)}{dt} \;\%\; N_o(t)$$

$$Z(t) = \frac{1}{N_o(t)} \cdot \frac{dN_f(t)}{dt}$$

Hazard Function

hazard rate , Failure rate function

$$Z(t) = \frac{1}{N_o(t)} \left(- \frac{N \, dR_t}{dt} \right)$$

$-dR$

$$Z(t) = -\frac{dR(t)}{dt} \Big/ R(t) \quad -⊛$$

↑ اشتقاق unreliability

$$Z(t) = + \frac{d\,(Q(t)/dt)}{1 - Q(t)}$$

Failure density function FDF

$$\frac{dQ(t)}{dt} = FDF\ (\lambda)$$

الدليه السلام مع هواي قا

لا معرفة عندها متغيرة معين كساب معدل الفشل

inelectronics equipment-

Failure rate ثبته

Semi Constant

يعني معدل الفشل يكون ثابت

work proper

fraction ∝

$$\frac{dR(t)}{dt} = -\underbrace{Z(t)}_{const} R(t)$$

$$R(t) = \int Z(t) \cdot dt$$

λ = const

معدل الفشل

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

reliability of UIP

Mean time to failure :

الزمن لحد حصول أول failure

MTTF

$$MTTF = \sum_{i=1}^{N} \frac{t_i}{N}$$ → مش واحد

Predicted time

متوقع

$$E[X] = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) \cdot dx$$

to predict first time when failure is happend.

$$MTTF = \int_{0}^{\infty} t f(t) \cdot dt$$

أغلب الأزمن تحصل.

$f(t)$ = failure desity fun.

$$MTTF = \int_{0}^{\infty} t \frac{dQ(t)}{dt}$$

$$MTTF = -\int_{0}^{\infty} t \frac{dR(t)}{dt} \cdot dt$$

$$= \left[-t R(t) + \int_{0}^{\infty} R(t) \cdot dt \right]_{0}^{\infty}$$

$t = \infty$
$R(\infty) = 0$

$$MTTF = \int_{0}^{\infty} R(t) \cdot dt$$

Mean time to Repair MTTR

معناه متوسط الزمن اللي حاصلح فيه الـ failure

معناه متوسط الزمن اللازم لتصليح الأعطال في النظام لحين هيشتغل تاني

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^{N} t_i}{N} = \frac{1}{\mu}$$

معيار جيد μ = Repair rate (No. of repair / No. houres)

Mean time between Failure MTBF

لين ممكن يحصل عطل؟ يعني أقصد أتوقع بعد فترة تانية عطل

$$n(avg) = \sum_{i=1}^{N} \frac{n_i}{N}$$

$$MTBF = \frac{1}{\lambda_{avg}}$$

f_1 ←——→ f_2

$$MTBF = MTTF + MTTR$$

بسم الله الرحمن الرحيم

27th-Dec-2012

Fault tolerent system.

Design Methodologys

Design processs-

1. - Proplem definition
2. - System requirement
3. - System partitioning تقسيم
4. - Concept Development → mecanism.
5. - High level analysis حاجه تخص المعاملات simulation, tools

partitioning

6. - Hardware and software specification

[قطع غيار + الاجزاء الداخلية] selection for tools ويحدد H/W, S/W احنا الفريق الاستشاري

- Hardware and software Design and analysis implementation.

7. - Testing اعرف ازاي السطام

Performance of as general

↓ System Component. → اتوقع العم زي ايه take off

System integration test

11=3d

Fault Avoidance in the Design Process

(1) → Requirement Design review

more than normal

(2) - Conceptual Design Review

(3) - Specification Design Review

(4) - Detailed Design Review

(5) - Final Review

(6) = Part selection

1/ Cost / Quality

2/ availability

(7) - Design Rules

(8) - Documentation

Reliablity models.

* Combinatorial models
  * Series models
* Parallel models

Series models.

$C_{iw}(t)$ working event حدث أن الحدث رقم i

proper during t في الخط الكلي

$$R_{series}(t) = \overset{\text{propability}}{P}\left[C_{1w}(t) \cap C_{2w}(t) \cdots C_{Nw}(t) \right]$$

$$R_{series}(t) = R_1(t) \cdot R_2(t) \cdots R_N(t)$$

$$R_{series}(t) = \prod_{i=1}^{N} R_i(t)$$

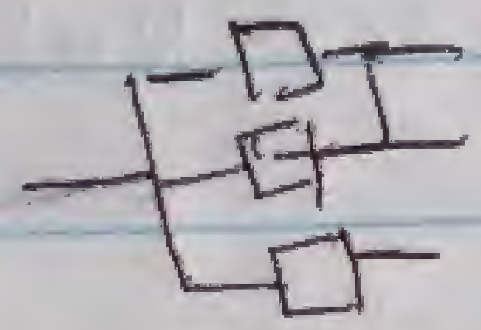
λ = constant معدل الفشل

$$R_{series}(t) = e^{-\lambda_1 t} \cdot e^{-\lambda_2 t} \cdots e^{-\lambda_n t}$$

$$R_{series}(t) = \sum_{i=1}^{N} \lambda_i t$$

(30)

Parallel models:-



component

C

i f(t)

No

failure int

unreliability

$$Q_{parallel}(t) = P\left[C_{1f}(t) \cap C_{2f}(t) \ldots C_{nf}(t)\right]$$

$$Q_{Para}(t) = Q_1(t) \cdot Q_2(t) \cdots Q_N(t)$$

$$Q_{para}(t) = \prod_{i=1}^{N} Q_i(t)$$

$$Q_{para}(t) = 1 - Q_{para}(t)$$

$$= 1 - \prod_{i=1}^{N} Q_{par}(t)$$

$$= 1 - \prod_{i=1}^{N} (1 - R_i(t)$$

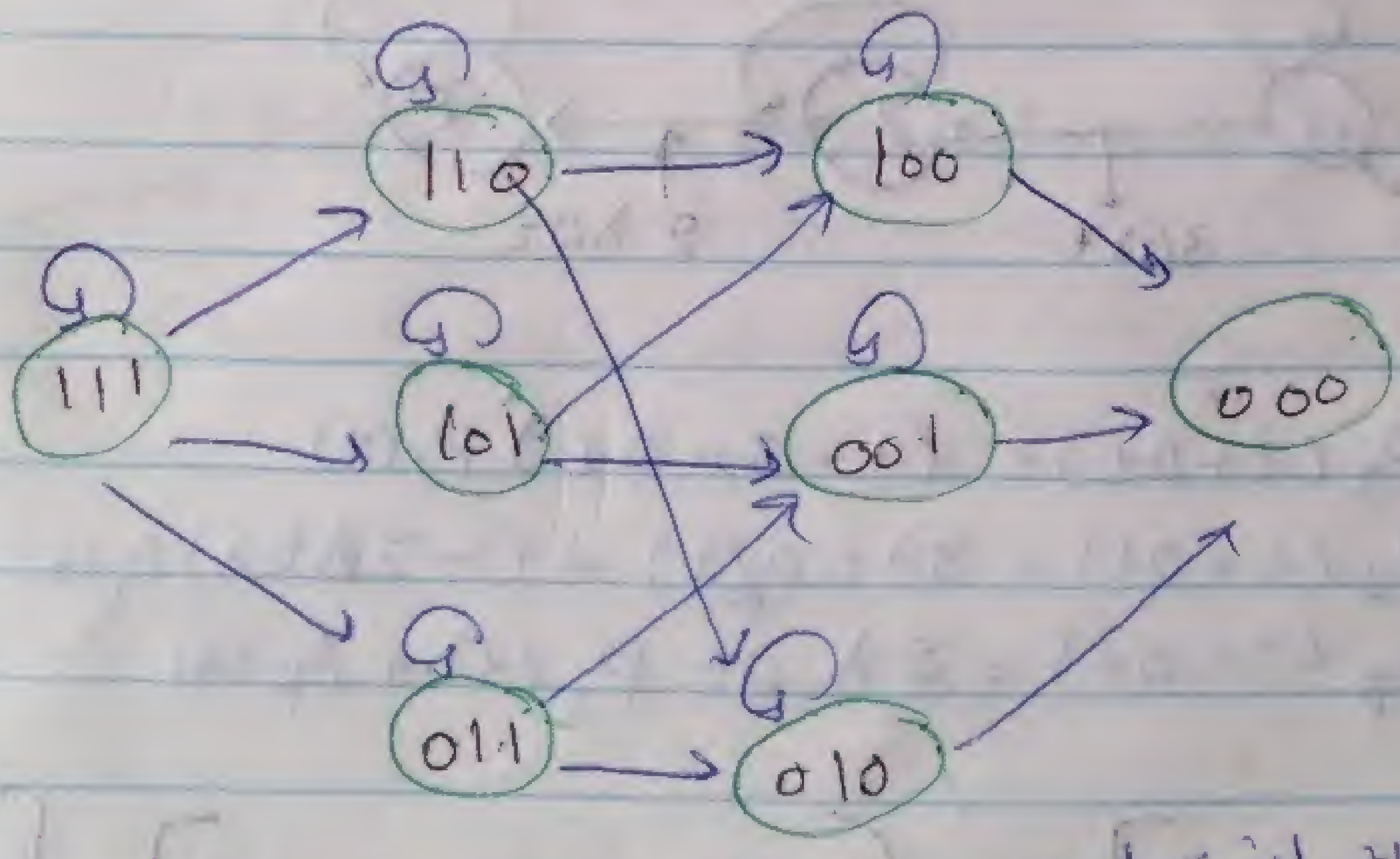
$$R_{Para}(t) = 1 - \prod_{i=1}^{N} (1 - R_i(t))$$

TMR مثل

$$R_{m\text{ of }n}(t) = \sum_{i=0}^{n-m} \binom{N}{i} R(t)^{N-i} \left(1 - R(t)\right)$$

$$\binom{N}{i} = \frac{N!}{(N-i)! \cdot i!}$$

Markov Model



احتمالية انو كمبيل ايه

$R(t)$

$R(t + \Delta t)$

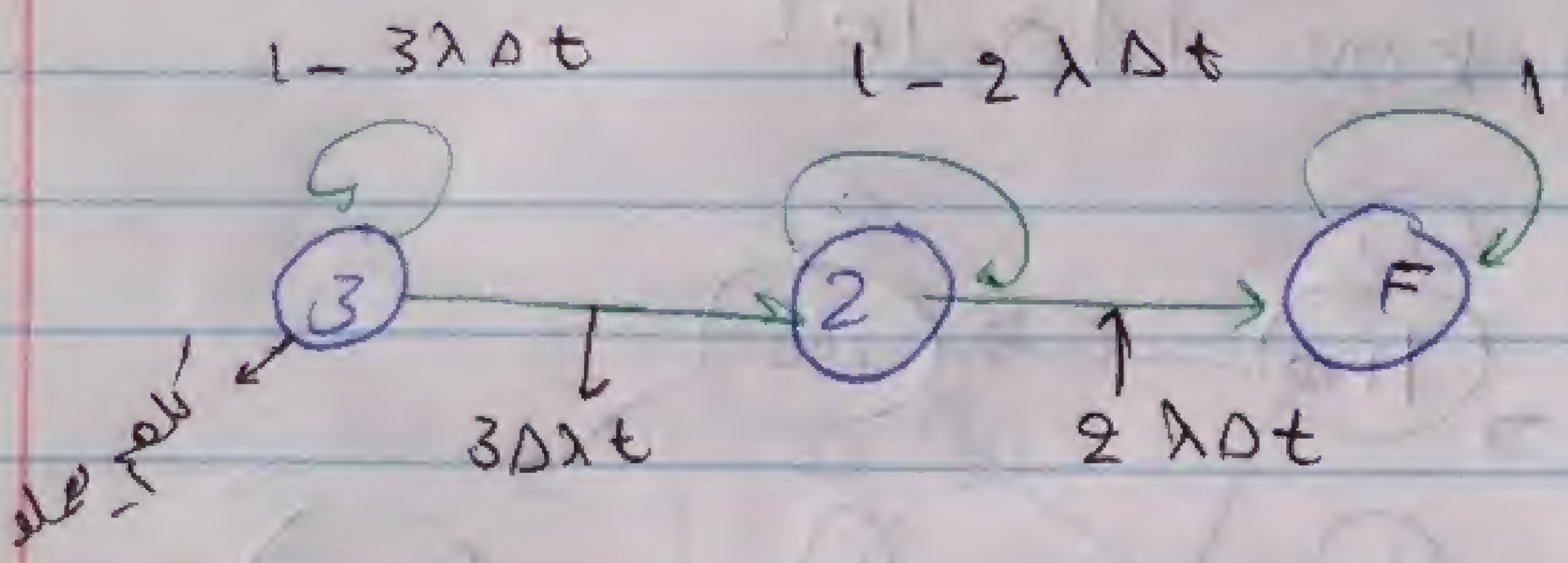
16th Jan. - 2013 بسم الله الرحمن الرحيم

Last lect.

Fault tolent

- Reliablity modle Markov
  Maintainablity modeling لمعقتا!

Markov



$$P_3(t+\Delta t) = (1 - 3\lambda \Delta t)\, P_3(t)$$
$$P_2(t+\Delta t) = 3\lambda t\, P_3(t) + (1 - 2\Delta t \lambda)\, P_2(t)$$
$$P_F(t+\Delta t) = 2\lambda \Delta t\, P_2(t) + P_F(t)$$

$$\begin{bmatrix} P_3(t+\Delta t) \\ P_2(t+\Delta t) \\ P_F(t+\Delta t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1-3\Delta\lambda t & 0 & 0 \\ 3\lambda\Delta t & 1-2\lambda t\Delta & 0 \\ 0 & 2\lambda\Delta t & t \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} P_3(t) \\ P_2(t) \\ P_F(t) \end{bmatrix}$$

See Salma her Paper خوص!

EDITED
BY

Yahia M. ELAmin
YR. Indis

Yahia M Elamin
Captured By iPhone 5

:P